



21 Aktenzeichen: 199 55 083.2
22 Anmeldetag: 15. 11. 1999
43 Offenlegungstag: 17. 5. 2001

71 Anmelder:
Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE
74 Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 80336 München

72 Erfinder:
Lauer, Peter, 97816 Lohr, DE; Meyer, Karl, 97794
Rieneck, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE-PS 9 31 556
DE 197 32 933 A1
DE 41 35 865 A1
DE 81 23 302 U1
US 25 04 470
US 19 94 320

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Druckbegrenzungsventil
57 Offenbart ist ein Druckbegrenzungsventil, dessen Kolben mit einer Flächendifferenz ausgeführt ist. Die den Kolben in Schließrichtung beaufschlagende Differenzfläche wird mit einem Druck beaufschlagt, der im Bereich einer den Öffnungsquerschnitt aufsteuernden Steuerkante abgegriffen wird.

Die Erfindung betrifft ein Druckbegrenzungsventil gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein derartiges, beispielsweise aus der DE 41 35 865 A1 bekanntes Ventil hat einen Ventilkörper, der über eine Druckfeder in eine Schließstellung vorgespannt ist. Bei Überschreiten eines vorbestimmten Maximaldrucks am Eingang des Druckbegrenzungsventils wird der Kolben gegen die Kraft der Druckfeder in eine Öffnungsstellung gebracht, in der Druckmittel zu einem Tank- oder Rücklaufanschluß abströmen kann, so daß der Druck in der hydraulischen Anlage auf den über die Vorspannung der Druckfeder vorgegebenen Maximalwert begrenzt ist. Bei der in der DE 41 35 865 A1 offenbarten Lösung ist der Kolben mit einer Flächendifferenz derart ausgeführt, daß eine Druckkraftkomponente in Schließrichtung auf den Kolben wirkt. Da diese zusätzliche resultierende Druckkraft parallel zur Kraft der Druckfeder wirkt, kann letztere mit einer verhältnismäßig geringen Federrate und mit einer vergleichsweise flachen Federkennlinie ausgelegt werden.

Im Einsatz eines derartigen Druckbegrenzungsventils zeigte es sich, daß der über das Druckbegrenzungsventil gesteuerte Druck trotz der geringen Federrate der Druckfeder noch eine vergleichsweise starke Volumenstromabhängigkeit hat.

In Fig. 1, auf die bereits jetzt Bezug genommen sei, ist die Kennlinie des gemäß der DE 41 35 865 A1 ausgeführten Druckbegrenzungsventil mit einer durchgezogenen Linie dargestellt. Es ist zu erkennen, daß diese Kennlinie sehr stark von der horizontalen Ideallinie (gestrichelt in Fig. 1) mit einem vom Volumenstrom unabhängigen Druck abweicht.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Druckbegrenzungsventil zu schaffen, bei dem die Volumenstromabhängigkeit des begrenzten Druckes verringert ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Druckbegrenzungsventil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird die in Schließrichtung wirksame Differenzfläche mit einem Druck beaufschlagt, der über eine Bohrung abgegriffen wird, die im Bereich einer den Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils bestimmenden Steuerkante mündet. Da beim Öffnen des Druckbegrenzungsventils das zum Rücklauf- oder Tankanschluß abströmende Druckmittel im Öffnungsquerschnitt bei hohen Volumenströmen eine hohe Strömungsgeschwindigkeit aufweist, hat der hydrostatische Druck entsprechend dem Satz von Bernoulli einen vergleichsweise geringen Wert. Dieser geringe hydrostatische Druck wird über die im Bereich des Öffnungsquerschnitts mündende Bohrung zur in Schließrichtung wirkenden Differenzfläche geführt, so daß die resultierende Druckkraft abhängig vom Druckmittelvolumenstrom und somit von der Strömungsgeschwindigkeit des Druckmittels ist. D. h., mit Ansteigen des Druckmittelvolumenstroms wird die in Schließrichtung wirkende Druckfläche aufgrund des sich verringernden hydrostatischen Druckes mit einer geringeren Kraft beaufschlagt, so daß die durch die Strömungskräfte und die endliche Federrate der Druckfeder bedingte Volumenstromabhängigkeit der Kennlinie kompensiert wird.

Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird das Druckbegrenzungsventil als Sitzventil ausgeführt, wobei die Bohrung im Bereich der Sitzkante für den Kolben mündet.

Die Ausbildung der Bohrung ist besonders einfach, wenn diese als Schrägbohrung im Bereich der Steuerkante mündet und in einen Axialbohrungsabschnitt übergeht.

Die Bohrung kann sowohl im Kolben als auch im Gehäuse des Druckbegrenzungsventils ausgeführt sein.

Die Herstellung der Bohrung ist besonders einfach, wenn der Axialbohrungsabschnitt durch eine Sacklochbohrung gebildet ist, die stirnseitig von einer Dichtschraube abgesperrt ist. Diese Dichtschraube kann von einer Drosselbohrung durchsetzt sein.

Der die Druckfeder aufnehmende Federraum des Druckbegrenzungsventils wird vorzugsweise mit dem Druck am Rücklaufanschluß beaufschlagt.

Das erfindungsgemäße Druckbegrenzungsventil wird vorzugsweise mit einem Nachsaugventil kombiniert, dessen Ventilkörper durch einen Stufenkolben gebildet ist, der gegen einen Hauptsitz vorgespannt ist. Die Flächendifferenz des Stufenkolbens ist derart ausgelegt, daß bei einem Druckaufbau am Rücklaufanschluß der Stufenkolben von seinem Hauptsitz abhebbar ist. Bei dieser bevorzugten Variante ist der Kolben des Druckbegrenzungsventils im Stufenkolben des Nachsaugventils aufgenommen. Dabei wird der Stufenkolben rückseitig von einer Steuerfeder und von einem dem Eingangsdruck des Druckbegrenzungsventils entsprechenden Druck beaufschlagt.

Die Herstellung des Stufenkolbens ist besonders einfach, wenn der Ventilsitz für den Kolben des Druckbegrenzungsventils an einem Sitzkörper ausgebildet ist, der in die Stirnfläche des Stufenkolbens eingesetzt ist.

Eine besonders kompakte Ausführung erhält man, wenn der Stufenkolben als tassenförmiger Kolben ausgeführt ist, in dessen Innenraum die Druckfeder des Druckbegrenzungsventils aufgenommen ist, die an einer den Federraum verschließenden, die Rückseite des Stufenkolbens bildenden Verschlussschraube abgestützt ist.

Sonstige vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Unteransprüche.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand schematischer Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 Kennlinien von Druckbegrenzungsventilen;

Fig. 2 einen Schnitt durch ein Druckbegrenzungsventil mit Nachsaugventil und

Fig. 3 eine Detaildarstellung des Druckbegrenzungsventils aus Fig. 2.

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch ein in Patronenbauweise ausgebildetes Ventil 1, das als Druckbegrenzungsventil mit Nachsaugfunktion ausgeführt ist. Derartige Ventile werden beispielsweise bei ziehenden Lasten eingesetzt, bei denen sich aufgrund des Absinkens oder Ziehens der Last an einem Eingangsanschluß des Druckbegrenzungsventils ein Druck einstellen kann, der geringer als der Druck am Ausgangsanschluß ist. Dieser Zustand tritt ein, wenn die Pumpe aufgrund des Absinkens der Last nicht schnell genug Druckmittel nachfordern kann. In diesem Betriebszustand wird das Nachsaugventil durch den Druck am Rücklaufanschluß aufgesteuert, so daß Druckmittel vom Tank zum Eingangsanschluß nachströmen kann.

Das erfindungsgemäße Ventil 1 hat ein patronenförmiges Ventilgehäuse 2, in dem ein axialer Druckanschluß P und einer radialer Tank- oder Rücklaufanschluß T ausgebildet sind. In einer das Ventilgehäuse 2 durchsetzenden Ventilbohrung 4 ist ein radial vorspringender Hauptsitz 6 ausgeführt, gegen den ein Stufenkolben 8 über eine Steuerfeder 10 vorgespannt ist. Diese greift an einer Ringschulter 12 des Stufenkolbens 8 an und ist an dem Boden einer Verschlussschraube 14 abgestützt, die in den vom Eingangsanschluß P entfernten Endabschnitt der Ventilbohrung 4 eingeschraubt ist.

Der Stufenkolben 8 ist stromabwärts – oder in der Darstellung gemäß Fig. 2, oberhalb des Ventilsitzes 6 – über

eine Radialschulter 16 vergrößert, wobei dieser radial vergrößerte Abschnitt des Stufenkolbens 8 in dem sich an den Hauptsitz 6 anschließenden Teil der Ventilbohrung 4 geführt ist. Die durch den Durchmesser des Hauptsitzes 6 und den maximalen Außendurchmesser des Stufenkolbens 8 begrenzte Ringfläche wirkt bei Anliegen eines Druckes am Tankanschluß T gegen die Kraft der Steuerfeder 10 in Öffnungsrichtung. Der Druck am Eingangsanschluß P wird über eine Längsbohrung 18 des Ventilgehäuses in den die Steuerfeder 10 aufnehmenden Federraum 20 eingespeist, der in Axialrichtung durch die Verschlussschraube 14 begrenzt ist.

Beim Absinken des Druckes am Eingangsanschluß P kann der Stufenkolben 8 durch die auf die Ringfläche 16 wirkende Druckkraft gegen die Kraft der Steuerfeder 10 vom Hauptsitz 6 abgehoben werden, so daß Druckmittel in der vorbestimmten Weise aus dem an den Tankanschluß T angeschlossenen Tank nachgesaugt werden kann.

Der Maximaldruck am Eingangsanschluß P wird über ein Druckbegrenzungsventil 22 begrenzt, das im Stufenkolben 8 auf genommen ist.

Ein Kolben 24 des Druckbegrenzungsventils 22 ist ebenfalls als Stufenkolben ausgeführt und mit einem radial verringerten Endabschnitt in einer Führungsbohrung 26 des Stufenkolbens 8 geführt. Die Führungsbohrung 26 ist nach oben (Darstellung nach Fig. 2) hin zu einem Federraum 28 für eine Druckfeder 30 erweitert, über die der Kolben 24 gegen einen Ventilsitz 32 vorgespannt ist. Dieser Ventilsitz 32 ist am Stufenkolben 8 ausgebildet.

Wie Fig. 2 entnehmbar ist, taucht der Kolben 24 mit einem Endabschnitt in den Federraum 28 ein. An diesem Endabschnitt ist ein Federteller 34 abgestützt, an dem die Druckfeder 30 angreift.

Der stirnseitige, obere (Ansicht nach Fig. 2) Abschluß des Federraums 28 im Stufenkolben 8 ist durch eine Abschlußschraube 34 gebildet, die in den den Federraum 28 begrenzenden Ringmantel des Stufenkolbens 8 eingeschraubt ist. Die Druckfeder 30 ist an der Innenstirnfläche der Abschlußschraube abgestützt. Wie der Darstellung gemäß Fig. 2 entnehmbar ist, taucht der obere Endabschnitt des Stufenkolbens 8 mit der Verschlussschraube 34 in den Federraum 20 für die Steuerfeder 10 ein, wobei diese den Außenumfang des Stufenkolbens 8 umgreift. Der Druck am Tankanschluß T wird über einen Kanal 36 in den Federraum 28 geführt.

Einzelheiten des Druckbegrenzungsventils 22 werden anhand der vergrößerten Darstellung gemäß Fig. 3 erläutert. Demgemäß sind der Kolben 24 und die diesen aufnehmende Führungsbohrung im mittleren Bereich radial erweitert, so daß ein Ringraum 38 gebildet wird, der einerseits vom Kolben 24 und andererseits von der Führungsbohrung 26 begrenzt ist. Der Kolben 24 hat eine ballige Stirnfläche 40, über die er auf dem Ventilsitz 32 aufliegt. Im Übergangsbereich zwischen der balligen Stirnfläche 40 und dem zylindrischen Teil des Kolbens 24 ist eine Radialschulter 58 ausgebildet. Dieser ist an einer Inneumfangskante eines Sitzkörpers 42 ausgebildet, der in den eingangsanschlußseitigen Endabschnitt des Stufenkolbens 8 eingeschraubt ist. Der Sitzkörper 42 hat einen Axialdurchbruch 44, so daß das Druckmittel vom Eingangsanschluß P zum Ventilsitz 32 strömen kann. Der Axialdurchbruch 44 ist als Innensechskant ausgebildet, so daß das Einschrauben des Sitzkörpers 42 erleichtert ist. Der Stufenkolben 8 hat im Bereich des Tankanschlusses T Radialdurchbrüche 43, so daß Druckmittel bei vom Ventilsitz 32 abgehobenem Kolben 24 vom Druckanschluß P zum Tankanschluß T abströmen kann.

Der Kolben 24 ist mit einer in der balligen Stirnfläche 40 mündenden Axialsacklochbohrung 46 ausgeführt, die über

eine Radialbohrung 48 mit dem Ringraum 38 hydraulisch verbunden ist. Den stirnflächenseitigen Abschluß der Axialsackbohrung 46 bildet eine Dichtschraube 50, die von einer Drosselbohrung 52 durchsetzt sein kann.

Im Bereich zwischen der Dichtschraube 50 und der Radialbohrung 48 mündet eine Schrägbohrung 54 in der Axialbohrung, über die der im Bereich des Ventilsitzes 32 herrschende Druck in die Axialsacklochbohrung 46 und damit über die Radialbohrung 48 in den Ringraum 38 einspeisbar ist.

Wie insbesondere Fig. 3 entnehmbar ist, mündet die Schrägbohrung 54 stirnflächenseitig in demjenigen Bereich, in dem die Stirnfläche 40 des Kolbens 24 auf dem Ventilsitz 32 aufsitzt. Mit anderen Worten gesagt, die Schrägbohrung 54 ist derart ausgebildet, daß sie stirnflächenseitig in einem an den Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils angrenzenden Abschnitt mündet. Diese, den Ringraum 38 mit den ventilsitzseitigen Druck beaufschlagende Bohrung muß nicht notwendigerweise im Kolben 24 ausgebildet sein, sondern könnte auch im Stufenkolben 8 vorgesehen werden.

Über die Bohrungen 54, 46, 48 wird der Ringraum 48 mit dem hydrostatischen Druck beaufschlagt, der im Bereich des Ventilsitzes 32 vorliegt. Dieser Druck wirkt auf die den Ringraum 38 stirnseitig begrenzende Ringstirnfläche 56, so daß der Kolben 24 zusätzlich zur Kraft der Druckfeder 30 in Schließrichtung beaufschlagt ist. Wie bereits vorstehend angedeutet, kann die Dichtschraube 50 auch ohne die Druckschwankungen kompensierende Drosselbohrung 52 ausgeführt werden, da die Bohrung 54 alleine bereits als Drosselbohrung wirken kann.

Bei Überschreiten des Maximaldruckes am Eingangsanschluß P wird der Kolben 24 gegen die Kraft der Druckfeder 30 und die auf die Ringstirnfläche 56 wirkende Druckkraft von seinem Ventilsitz 32 abgehoben, so daß der Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils 22 angesteuert wird. Mit steigendem Druckmittelvolumenstrom steigt die Strömungsgeschwindigkeit im Öffnungsquerschnitt an, so daß entsprechend der hydrostatische Druck absinkt. Dieser mit ansteigendem Druckmittelvolumenstrom verringerte hydrostatische Druck wird über die Bohrungen 54, 46, 48 in den Ringraum 38 eingespeist, so daß die den Kolben 24 in Schließrichtung beaufschlagende Druckkraftresultierende mit ansteigendem Druckmittelvolumenstrom absinkt. Die aufgrund der Federrate und der auf den Kolben 24 wirkenden Strömungskräfte ansteigende Kennlinie wird somit kompensiert, so daß sich eine nahezu ideale, in der Darstellung gemäß Fig. 1 strichpunktiert angedeutete Kennlinie einstellt, gemäß der die Volumenstromabhängigkeit des vom Druckbegrenzungsventils 22 gesteuerten Druckes minimal ist.

Das in den Fig. 2 und 3 dargestellte Druckbegrenzungsventil ist als Sitzventil ausgeführt – prinzipiell könnte das erfindungsgemäße Ventil jedoch auch in Ventilschieberbauweise ausgebildet sein.

Offenbart ist ein Druckbegrenzungsventil, dessen Kolben mit einer Flächendifferenz ausgeführt ist. Die den Kolben in Schließrichtung beaufschlagende Differenzfläche wird mit einem Druck beaufschlagt, der im Bereich einer den Öffnungsquerschnitt aufsteuernden Steuerkante abgegriffen wird.

Patentansprüche

1. Druckbegrenzungsventil mit einem Kolben (24), der über eine Druckfeder (30) in eine Schließstellung vorgespannt ist und derart zurückgestuft ist, das mit einer den zurückgestuften Abschnitt des Kolbens (24) führenden Ventilbohrung (4, 26) ein Ringraum (38) ge-

bildet ist, wobei eine Bohrung (54, 46, 48) einerseits im Ringraum (38) und andererseits in einem an den Druckanschluß (P) des Druckbegrenzungsventils angrenzenden Raum mündet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bohrung (54, 46, 48) stirnseitig im Bereich einer den Öffnungsquerschnitt des Druckbegrenzungsventils (22) bestimmenden Steuerkante (32) mündet.

2. Druckbegrenzungsventil nach Patentanspruch 1, wobei der Kolben (24) gegen einen Ventilsitz (32) vorgespannt ist und die Bohrung (54, 46, 48) im Bereich einer Sitzkante des Ventilsitzes (32) mündet.

3. Druckbegrenzungsventil nach Patentanspruch 1 oder 2, wobei die Bohrung eine Schrägbohrung (54) hat, die in einem Axialbohrungsabschnitt (56) mündet.

4. Druckbegrenzungsventil nach Patentanspruch 3, wobei der Axialbohrungsabschnitt (46) durch eine Axialsacklochbohrung gebildet ist, die stirnseitig von einer Dichtschraube (50) abgesperrt ist.

5. Druckbegrenzungsventil nach Patentanspruch 5, wobei die Dichtschraube (50) von einer Drosselbohrung (52) durchsetzt ist.

6. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei ein Federraum (28) des Druckbegrenzungsventils (22) über einen Kanal (36) mit dem Druck an einem Ausgangsanschluß (T) beaufschlagt ist.

7. Druckbegrenzungsventil nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, wobei der Kolben (24) in einem gegen einen Hauptsitz (6) vorgespannten Stufenkolben (8) geführt ist, dessen Flächendifferenz derart ausgebildet ist, daß der Stufenkolben (6) gegen die Kraft einer Steuerfeder (10) und einen auf seine vom Hauptsitz (6) begrenzte Fläche wirkenden Eingangsdruck von seinem Hauptsitz (6) abhebbbar ist.

8. Druckbegrenzungsventil nach Patentanspruch 7, wobei der Stufenkolben (8) rückseitig vom Eingangsdruck beaufschlagt ist.

9. Druckbegrenzungsventil nach Patentanspruch 7 oder 8, wobei der Ventilsitz (32) für den Kolben (24) an einem Sitzkörper (42) ausgebildet ist, der in die Stirnfläche des Stufenkolbens (8) eingesetzt ist.

10. Druckbegrenzungsventil nach einem der Patentansprüche 7 bis 9, wobei der Stufenkolben (8) tassenförmig ausgeführt ist und die den Kolben (24) gegen den Ventilsitz (32) vorspannende Druckfeder (30) an einer die Stufenkolbenrückseite verschließenden Abschlussschraube (34) abgestützt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

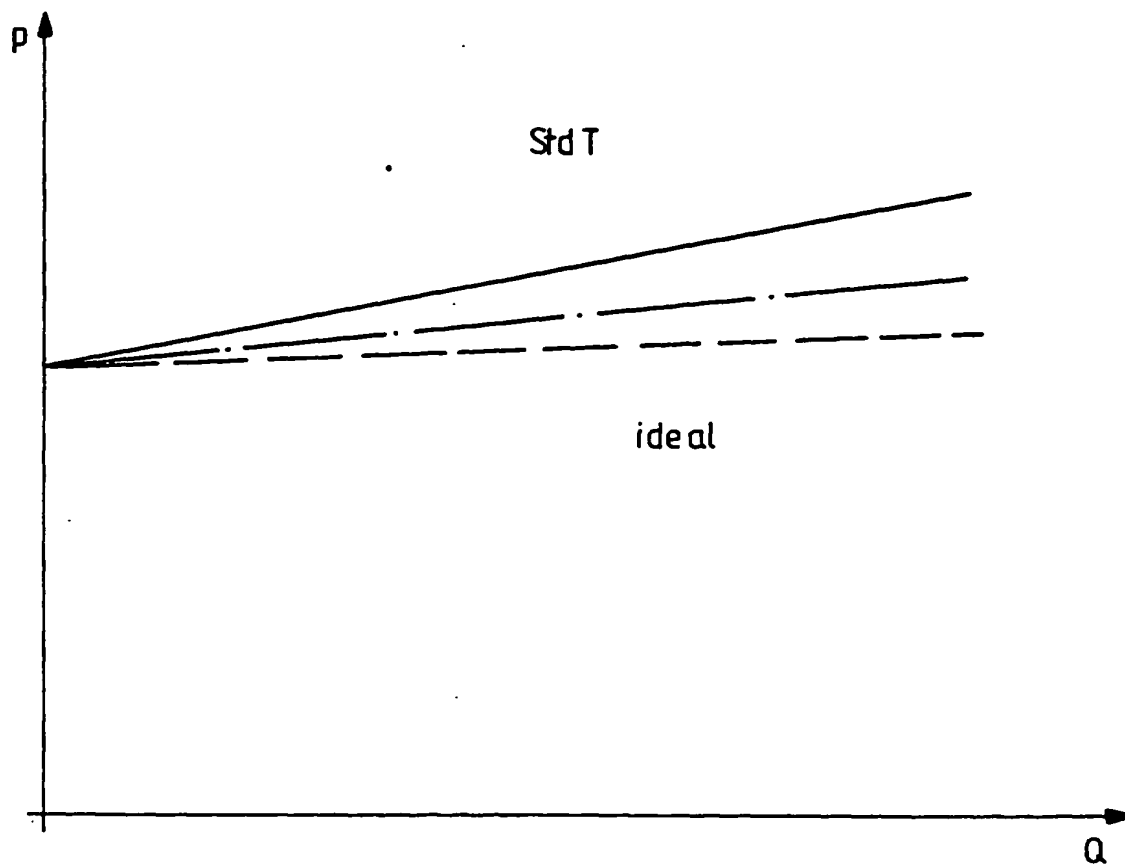


FIG.1



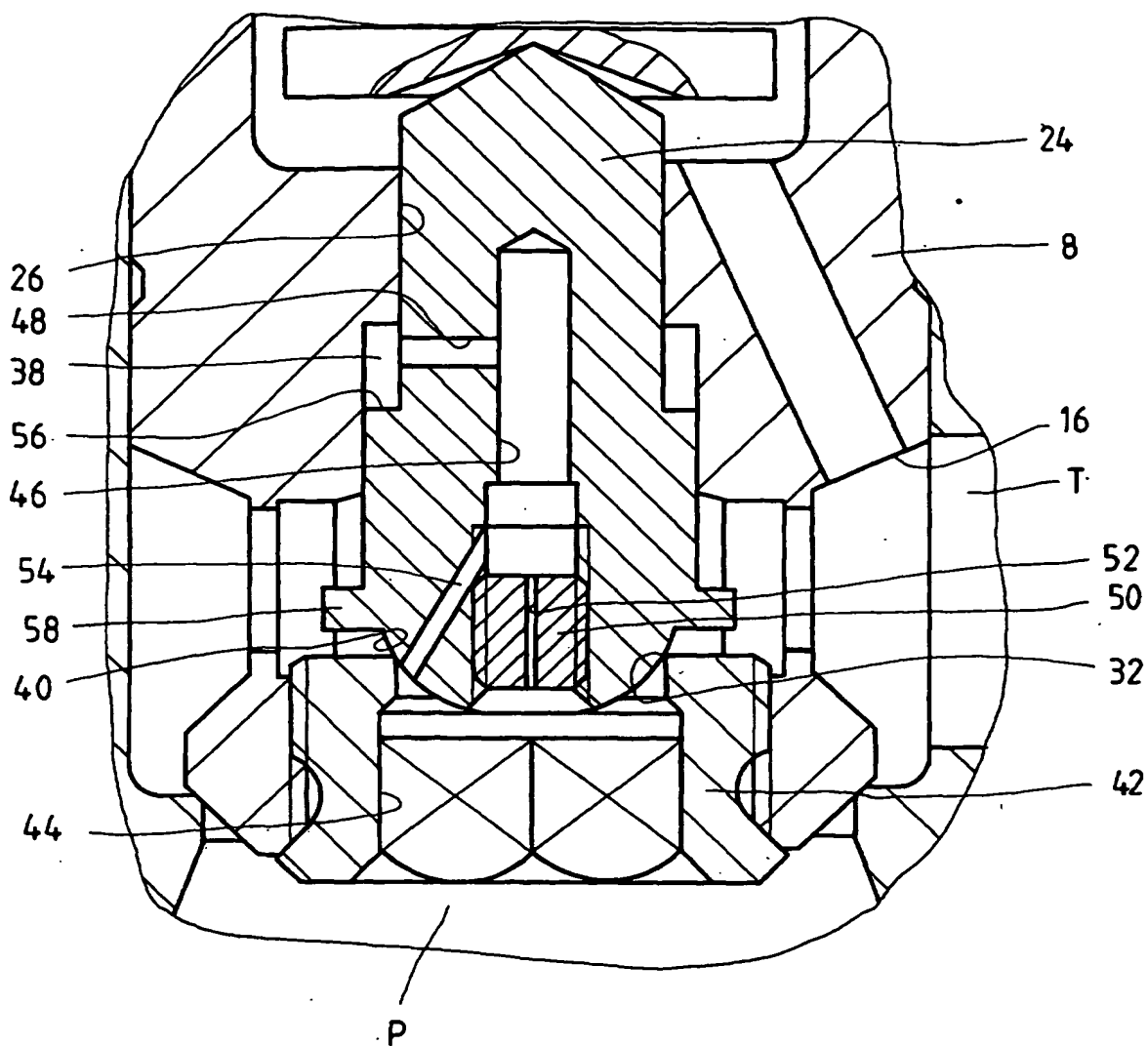


FIG. 3